

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-229367

(P2001-229367A)

(43) 公開日 平成13年8月24日 (2001.8.24)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-リ-ト [*] (参考)
G 0 6 T	1/00	H 0 4 N 9/74	Z 5 B 0 5 7
H 0 4 N	1/60	G 0 6 F 15/66	3 1 0 5 C 0 6 6
	1/46	H 0 4 N 1/40	D 5 C 0 7 7
	9/74		Z 5 C 0 7 9

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2000-39115 (P2000-39115)

(22) 出願日 平成12年2月17日 (2000.2.17)

(71) 出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社

神奈川県南足柄市中沼210番地

(72) 発明者 大久保 彰人

神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富

士写真フイルム株式会社内

(74) 代理人 100094330

弁理士 山田 正紀 (外2名)

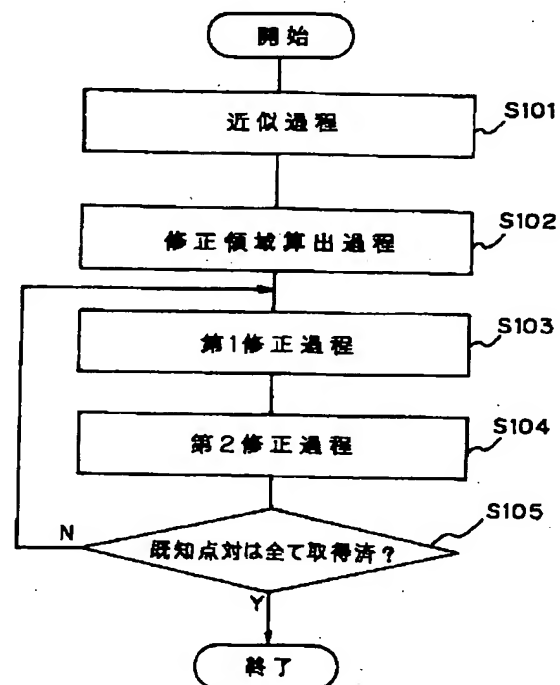
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 色変換定義作成方法、色変換定義作成装置および色変換定義作成プログラム記憶媒体

(57) 【要約】

【課題】 色再現領域の領域境界まで高精度な色変換定義を、自由度が高い既知点对に基づいて、種々のデバイスに対する汎用性が高い方法で作成する。

【解決手段】 所定数の格子点を設定し、それらの格子点对点それぞれに対応する格子点对点の位置を、用意された複数の既知点对に基づいて、1次近似によって算出する近似過程 (S101) と、複数の既知点对の中から選択的に取得した既知点对に相当する座標変換関係を再現するように格子点对点の位置を修正する第1修正過程 (S103) と、修正領域内の格子点对点に対応する格子点对点の位置を、第1修正過程による位置修正の修正量に応じた修正量だけ修正する第2修正過程 (S104) とを経て色変換定義を作成することを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定の第 1 の色空間内で相互に格子状に交差している複数の格子直線が相互に交差した格子点と、所定の第 2 の色空間内の、該格子点に対応する格子点対応点との組からなる格子点对の集合からなる、該第 1 の色空間と該第 2 の色空間との間の座標変換を定義する色変換定義を、それぞれが、前記第 1 の色空間内の既知点と、その既知点に対応する、前記第 2 の色空間内における既知の既知対応点との組からなる複数の既知点对に基づいて作成する色変換定義作成方法であって、

所定数の格子点それぞれの前記第 1 の色空間内における位置を設定し、位置を設定した格子点それぞれに対応する格子点对点の前記第 2 の色空間内における位置を、該第 2 の色空間内におけるその格子点对点の分布が、前記複数の既知点对それぞれを構成する既知点对点の分布に近似するように、前記第 1 の色空間内で直線状に並んでいる格子点それぞれに対応する格子点对点の前記第 2 の色空間内で直線状に並んでいるという条件下で算出する近似過程と、

前記複数の既知点对のなかから既知点对を選択的に取得し、前記近似過程で位置が設定された所定数の格子点それぞれに対応する所定数の格子点对点のうち、取得した既知点对を構成する既知点对に対して最近接な格子点を含む 1 つ以上の格子点それぞれに対応する 1 つ以上の格子点对点の、前記第 2 の色空間における位置を、その取得した既知点对を構成する既知点对および既知点对相互間での座標変換が色変換定義によって再現されるように修正する第 1 修正過程と、

前記第 1 修正過程で取得された既知点对を構成する既知点が内部に 1 つだけ存在するように前記第 1 の色空間において所定アルゴリズムで求められる修正領域の内部に存在する格子点に対応する格子点对点のうち、前記第 1 修正過程で位置修正された格子点对点を除く他の格子点对点の、前記第 2 の色空間における位置を、その位置修正された格子点对点の修正量に応じた修正量だけ修正する第 2 修正過程とを経て前記色変換定義を作成することを特徴とする色変換定義作成方法。

【請求項 2】 前記第 1 の色空間が、画像と画像データとの間を媒介するデバイスの色表現領域が直方体あるいは立方体で表されるものであり、

前記格子直線が、前記第 1 の色空間における前記色表現領域の稜線に対して平行しているものであることを特徴とする請求項 1 記載の色変換定義作成方法。

【請求項 3】 前記既知点对が、前記格子点の、前記近似過程で設定される位置と同じ位置の既知点を含むものであって、

前記第 1 修正過程が、取得した既知点对を構成する既知点の位置と同じ位置の格子点に対応する格子点对点の前記第 2 の色空間における位置を、その選択した既知点对を構成する既知点对点の該第 2 の色空間における位置と

同じ位置に修正するものであることを特徴とする請求項 1 記載の色変換定義作成方法。

【請求項 4】 前記既知点对が、前記格子点の、前記近似過程で設定される位置とは異なる位置の既知点を含むものであって、

前記第 1 修正過程が、前記近似過程で位置が設定された所定数の格子点それぞれに対応する所定数の格子点对点のうち、取得した既知点对を構成する既知点を前記第 1 の色空間内で最も狭く取り囲む所定数の格子点それぞれに対応する格子点对点の、前記第 2 の色空間における位置を修正するものであることを特徴とする請求項 1 記載の色変換定義作成方法。

【請求項 5】 前記修正領域を、前記複数の既知点对それぞれ用に、該複数の既知点对それぞれを構成する各既知点が内部に 1 つずつ存在するように算出する修正領域算出過程を経る色変換定義作成方法であって、

前記第 2 修正過程が、前記修正領域算出過程で算出された修正領域のうち、前記第 1 修正過程で取得された既知点对用の修正領域内に存在する格子点に対応する格子点对点の前記第 2 の色空間における位置を修正するものであることを特徴とする請求項 1 記載の色変換定義作成方法。

【請求項 6】 前記第 1 修正過程が、この第 1 修正過程が経過される度に前記複数の既知点对のなかから既知点对を選択的に 1 つ取得して前記格子点对点の位置を修正するものであり、

前記第 2 修正過程が、前記第 1 修正過程で既知点对が 1 つ取得される度に経過されるものであるとともに、過去に前記第 1 修正過程で取得済の既知点对を構成する既知点のうち、直前に経過された第 1 修正過程で取得された既知点对を構成する既知点だけが内部に存在するように前記所定アルゴリズムに基づいて前記修正領域を求め、その修正領域内に存在する格子点に対応する格子点对点の前記第 2 の色空間における位置を修正するものであることを特徴とする請求項 1 記載の色変換定義作成方法。

【請求項 7】 所定の第 1 の色空間内で相互に格子状に交差している複数の格子直線が相互に交差した格子点と、所定の第 2 の色空間内の、該格子点に対応する格子点対応点との組からなる格子点对の集合からなる、該第 1 の色空間と該第 2 の色空間との間の座標変換を定義する色変換定義を、それぞれが、前記第 1 の色空間内の既知点と、その既知点に対応する、前記第 2 の色空間内における既知の既知対応点との組からなる複数の既知点对に基づいて作成する色変換定義作成装置であって、

所定数の格子点それぞれの前記第 1 の色空間内における位置を設定し、位置を設定した格子点それぞれに対応する格子点对点の前記第 2 の色空間内における位置を、該第 2 の色空間内におけるそれらの格子点对点の分布が、前記複数の既知点对それぞれを構成する既知点对点の分布に近似するように、前記第 1 の色空間内で直線状に並

んでいる格子点それぞれに対応する格子対応点は前記第2の色空間内で直線状に並んでいるという条件下で算出する近似過程と、

前記複数の既知点対のなかから既知点対を選択的に取得し、前記近似過程で位置が設定された所定数の格子点それぞれに対応する所定数の格子対応点のうち、取得した既知点対を構成する既知点に対して最近接な格子点を含む1つ以上の格子点それぞれに対応する1つ以上の格子対応点の、前記第2の色空間における位置を、その取得した既知点対を構成する既知点および既知対応点相互間での座標変換が色変換定義によって再現されるように修正する第1修正過程と、

前記第1修正過程で取得された既知点対を構成する既知点が内部に1つだけ存在するように前記第1の色空間において所定アルゴリズムで求められる修正領域の内部に存在する格子点に対応する格子対応点のうち、前記第1修正過程で位置修正された格子対応点を除く他の格子対応点の、前記第2の色空間における位置を、その位置修正された格子対応点の修正量に応じた修正量だけ修正する第2修正過程とを経て前記色変換定義を作成すること

【請求項8】 所定の第1の色空間内で相互に格子状に交差している複数の格子直線が相互に交差した格子点と、所定の第2の色空間内の、該格子点に対応する格子点対応点との組からなる格子点対の集合からなる、該第1の色空間と該第2の色空間との間の座標変換を定義する色変換定義を、それぞれが、前記第1の色空間内の既知点と、その既知点に対応する、前記第2の色空間内における既知の既知対応点との組からなる複数の既知点対に基づいて作成する色変換定義作成プログラムを記憶している色変換定義作成プログラム記憶媒体であって、所定数の格子点それぞれの前記第1の色空間内における位置を設定し、位置を設定した格子点それぞれに対応する格子対応点の前記第2の色空間内における位置を、該第2の色空間内におけるそれらの格子対応点の分布が、前記複数の既知点対それぞれを構成する既知対応点の分布に近似するように、前記第1の色空間内で直線状に並んでいる格子点それぞれに対応する格子対応点は前記第2の色空間内で直線状に並んでいるという条件下で算出する近似過程と、

前記複数の既知点対のなかから既知点対を選択的に取得し、前記近似過程で位置が設定された所定数の格子点それぞれに対応する所定数の格子対応点のうち、取得した既知点対を構成する既知点に対して最近接な格子点を含む1つ以上の格子点それぞれに対応する1つ以上の格子対応点の、前記第2の色空間における位置を、その取得した既知点対を構成する既知点および既知対応点相互間での座標変換が色変換定義によって再現されるように修正する第1修正過程と、

前記第1修正過程で取得された既知点対を構成する既知

点が内部に1つだけ存在するように前記第1の色空間において所定アルゴリズムで求められる修正領域の内部に存在する格子点に対応する格子対応点のうち、前記第1修正過程で位置修正された格子対応点を除く他の格子対応点の、前記第2の色空間における位置を、その位置修正された格子対応点の修正量に応じた修正量だけ修正する第2修正過程とを経て前記色変換定義を作成する色変換定義作成プログラムを記憶していることを特徴とする色変換定義作成プログラム記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、第1の色空間内の格子点と、その格子点に対応する、第2の色空間内の格子点対応点との組からなる格子点対の集合からなる色変換定義を作成する色変換定義作成方法、色変換定義作成装置、およびコンピュータシステムに組み込まれてそのコンピュータシステムを色変換定義作成装置として動作させる色変換定義作成プログラムが記憶されている色変換定義作成プログラム記憶媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】例えば、記録された画像を読み取って画像データを得るカラースキャナや、固体撮像素子上に被写体の画像を結像して読み取ることにより画像データを得るDSC（デジタルスチールカメラ）等、画像を入力して画像データを得る、様々なタイプの入力デバイスが知られている。これらの入力デバイスでは、画像データは、例えばR（レッド）、G（グリーン）、B（ブルー）の3色についてそれぞれ例えば0～255等の決まった範囲のデータで表わされるが、R、G、B3色についてそれぞれ決まった範囲内の数値で表現することのできる色には自ずと限界があり、元々の画像の色が極めて豊かな表現を持っていたとしても、一旦入力デバイスを用いて画像データに変換すると、その画像データによって表わされる画像は、そのR、G、B色空間内の立方体や直方体で表される色表現領域内の色に制限されることになる。

【0003】また、画像データに基づいて画像を出力する出力デバイスについても、例えば、印画紙上をレーザー光で露光してその印画紙を現像することにより印画紙上に画像を記録する写真プリンタ、電子写真方式やインクジェット方式などの方式で用紙上に画像を記録するプリンタ、輪転機を回して多量の印刷物を作成する印刷機、画像データに基づいて表示画面上に画像を表示するCRTディスプレイやプラズマディスプレイ等の画像表示装置等、様々なタイプの出力デバイスが知られているが、これらの出力デバイスについても上述の入力デバイスと同様、各出力デバイスに応じた色表現領域が存在する。すなわち、出力デバイスは、例えばR、G、B3色を表現する画像データやC（シアン）、M（マゼンタ）、Y（イエロー）、K（墨）の4色を表現する画像データに

10

20

30

40

50

基づいて様々な色を表現することができるが、その表現できる色は、出力デバイス色空間（例えばRGB空間、CMYK空間等）の立方体や直方体で表される色表現領域内（例えばR、G、Bそれぞれについて0～255の範囲の数値で表わされる色表現領域内等）に制限される。

【0004】また、例えばある1つの画像データ（例えば(R、G、B) = (50, 100, 200)を表わす画像データ）であってもその画像データに基づいて得られる画像の色は出力デバイスの種類により異なる。この点は入力デバイスと出力デバイスとの間でも同様であり、ある入力デバイスで得られた(R、G、B) = (50, 100, 200)の画像データをそのまま用いて、ある出力デバイスで画像を出力しても、入力デバイスで入力される元になった画像の色と出力デバイスで出力された画像の色は一般には一致しない。したがって、ある入力デバイスで画像を読み取って画像データを得、その画像データを基にして、ある出力デバイスで元の画像を再現しようとしたとき、入力デバイスで得られた画像データをそのまま出力デバイスに送るのではなく、その間で画像データを変換する必要がある。ここでは画像の色に着目した変換を行っており、この画像データの変換を色変換と称する。また、この色変換前後の画像データの相互関係を定義するLUT（ルックアップテーブル）などのことを色変換定義（カラープロファイル）と称し、その色変換定義（カラープロファイル）を作成することをプロファイリングと称する。この色変換定義は、換言すると、2つの色空間の間の座標変換を定義するものである。

【0005】また、上述したように、色表現領域は各デバイスによって異なるとともに、数値上同一の画像データであっても各デバイスにおいて表現される色はそれぞれに異なっているが、近年は、入力デバイスと出力デバイスとを相互に接続した、入力デバイスや出力デバイスが取り換え自在なデバイス非依存のシステムを構築することが望まれている。そのようなデバイス非依存のシステムでは、デバイス間で色変換を行なうにあたって、デバイスには依存しない共通色空間（Device Independent Dataの空間）、例えばL*a*b*色空間等を中間に置き、入力デバイスで得られた入力デバイスに依存した色空間上の画像データを共通色空間上の画像データに変換する色変換と、その共通色空間上の画像データを、出力デバイスに依存した色空間上の画像データに変換する色変換とを経る手法が採用されている。そして、このデバイス非依存のシステムでは、入力デバイスに依存した色空間と共通色空間との間での色変換を定義するカラープロファイルと、出力デバイスに依存した色空間と共通色空間との間での色変換を定義するカラープロファイルが作成される。

【0006】ところで、色変換定義（カラープロファイ

ル）は、一般に、2つの色空間のうちの一方の色空間の点と他方の色空間の点との組からなる点対の集合として作成される。以下の表1には、点対の集合として作成された色変換定義の一例が表されている。

【0007】

【表1】

RGB	L*a*b*
(0 0 0)	(7.0 0.6 0.2)
(0 0 10)	(8.8 0.8 5.8)
(0 0 20)	(8.8 0.9 8.1)
...	...
(255 255 255)	(90.5 0.2-2.6)

【0008】この表1に表されている色変換定義は、RGB色空間とL*a*b*色空間の間での色変換を定義するものであり、表1の左欄にはRGB色空間の点が座標値で示されており、右欄にはL*a*b*色空間の点が座標値で示されている。左欄と右欄の同一の段に示されている点は相互に対応している。表1の左欄に示す点は、RGB色空間内で相互に直交する格子直線相互の各交点であり、このような交点のことを格子点と称する。一方、表1の右欄に示す点は、RGB色空間の格子点に対応した、L*a*b*色空間内に不規則に分布した点であり、格子対応点と称する。

【0009】実用的な色変換定義は、表1に示すように、色変換がその間で定義される2つの色空間のうちの一方の色空間内での格子点と、他方の色空間内での格子対応点との組からなる格子点対の集合として作成されていることが必要である。このように作成された色変換定義に従って色変換が行われる様子を以下説明する。

【0010】図1は、色変換定義に従う色変換を説明する概念図である。

【0011】この概念図には、RGB色空間の格子点1と、L*a*b*色空間の格子対応点2が示されており、RGB色空間内の格子直線3と、その格子直線に対応する、L*a*b*色空間内の曲線4も示されている。格子点1と格子対応点2との対応関係や、格子直線3と曲線4との対応関係は色変換定義から導き出すことができる。

【0012】色変換の対象となる画像データが格子点1を表す画像データである場合には、格子点1に対応する格子対応点2を表す画像データに変換され、色変換の対象となる画像データが格子対応点2を表す画像データである場合には、格子対応点2に対応する格子点1を表す画像データに変換されることは当然である。

【0013】色変換の対象となる画像データが、RGB色空間の、格子点1とは異なる点5を表す画像データである場合には、その点5周辺の格子点1aと、それらの格子点1aそれぞれに対応する格子対応点2aとに基づいて体積補間演算や三角錐補間演算や多項式近似計算な

どが行われて、RGB色空間の点5に対応する $L^*a^*b^*$ 色空間の点6の位置が算出され、点5を表す画像データが、点6を表す画像データに変換される。なお、以下では、色空間上の点の位置と点自体とを特に区別せずに「点を算出する」などと表現する場合がある。

【0014】逆に、色変換の対象となる画像データが、 $L^*a^*b^*$ 色空間の点6を表す画像データである場合には、Newton法による収束演算やその他の収束演算などが用いられて、上述した体積補間演算などの算出結果が点6になるようなRGB色空間の点5が算出され、点6を表す画像データが、点5を表す画像データに変換される。但し、実際には、個々の画像データに対する色変換に先立って、 $L^*a^*b^*$ 色空間内の格子点が用意され、RGB色空間内の格子対応点がNewton法による収束演算などで算出されることにより、 $L^*a^*b^*$ 色空間からRGB色空間への変換を定義する逆変換定義が予め作成されており、その逆変換定義に基づいた体積補間演算などにより色変換が行われることが多い。

【0015】上記のような色変換定義（カラープロファイル）を作成するプロファイリングとしては、次のような各種のプロファイリングが提案されている。一般的なプロファイリングでは、カラーチャートの画像を入力デバイスで読み取ったり、出力デバイスで出力したり、測色器で測色したりすることによって、第1の色空間（例えばRGB色空間）における既知点と、その既知点に対応する、第2の色空間（例えば $L^*a^*b^*$ 色空間）における既知対応点との組からなる既知点对を表すデータが用意され、そのデータに基づいて色変換定義が作成される。但し、以下の説明では、既知点对を表すデータと既知点对とを区別せずに用いる場合がある。また、説明の便宜上、以下ではRGB色空間と $L^*a^*b^*$ 色空間との間の色変換を定義する色変換定義が作成されるものとして説明する。

【0016】第1のプロファイリングでは、既知点对として、上述した表1に示すような格子点对そのものを得、得た格子点对の集合として色変換定義を作成する。つまり、測定等によって格子点对そのものが得られるように作成されたカラーチャートが用意されている必要がある。

【0017】第2のプロファイリングでは、例えば、以下の表2に示すような既知点对の集合に基づいて色変換定義が作成される。

【0018】

【表2】

RGB			$L^*a^*b^*$		
(173	38	30)	(37.0	62.6	25.2)
(46	138	44)	(48.8	-48.1	35.2)
..			..		
..			..		
(215	189	20)	(74.6	7.0	100.6)

【0019】表2の左欄にはRGB色空間の既知点の座標が示されており、右欄には、既知点に対応する、 $L^*a^*b^*$ 色空間の既知対応点の座標が示されている。そして、この表2に示す既知点および既知対応点の双方とも、点の分布は、上述した格子点のような規則性がない不規則な分布である。

【0020】第2のプロファイリングでは、表2に示すような既知点对の集合に基づいて色変換定義が作成されるとはいうものの、この第2のプロファイリングは、表2に示すような既知点对が、RGB色空間や $L^*a^*b^*$ 色空間とは異なる何らかの第3の色空間内の格子点に対応していることを必要とする。そして、その第3の色空間を仲介して、上述した体積補間演算などが行われ、RGB色空間と $L^*a^*b^*$ 色空間との間の色変換を定義する格子点对の集合が算出されて、色変換定義が作成される。

【0021】第3のプロファイリングでは、RGB色空間の空間座標と、 $L^*a^*b^*$ 色空間の空間座標との対応関係が、例えば以下に示すような1次の多項式で近似される。

【0022】

【数1】

$$\begin{bmatrix} L^* \\ a^* \\ b^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \\ 1 \end{bmatrix}$$

【0023】そして、この式の係数行列の要素 a_{11} , a_{12} , ..., a_{33} , a_{34} が、表2に示すような既知点对の集合に基づいて算出されることによって、RGB色空間の空間座標と、 $L^*a^*b^*$ 色空間の空間座標との対応関係が算出される。その後、要素 a_{11} , a_{12} , ..., a_{33} , a_{34} が算出された係数行列に従って格子点对が算出されて色変換定義が作成される。なお、RGB色空間の空間座標と、 $L^*a^*b^*$ 色空間の空間座標との対応関係を近似する多項式としては、 R^2 , RG , B^3 , R^2G 等といった高次の項を含む多項式も考えられる。

【0024】第4のプロファイリングでは、CRTの発光輝度とRGB色空間の空間座標との物理的な関係を表す以下の式に代表されるような物理的なモデルが成り立つことが前提とされる。

【0025】

【数2】

$$Ry = a \cdot R'$$

$$Gy = a \cdot R'$$

$$By = a \cdot R'$$

【0026】そして、このようなモデルから導かれる以下に示すような式と、上述した表2に示すような既知点対の集合が用いられて、RGB色空間の空間座標と、L・a・b色空間の空間座標との対応関係が算出される。

【0027】

【数3】

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a11 & a12 & a13 \\ a21 & a22 & a23 \\ a31 & a32 & a33 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Ry \\ Gy \\ By \end{bmatrix}$$

【0028】この式の係数行列の要素a11, a12, ..., a32, a33が算出されることによって、RGB色空間の空間座標と、L・a・b色空間の空間座標との対応関係が算出される。その後、要素a11, a12, ..., a32, a33が算出された係数行列に従って格子点対が算出されて色変換定義が作成される。

【0029】

【発明が解決しようとする課題】ところで、プロファイルを作成するための既知点対を用意するに当たり、カラーチャートの入出力や測色が行われるが、このカラーチャートとしては、例えば、IT8チャートやマクベスチャートといったような、パッチのルールが予め決められている既存のチャートや、重要な色のパッチを重点的に配したチャートなどが利用できることが望ましい。しかし、上述した第1のプロファイリングや第2のプロファイリングでは、既存のチャートなどは利用不可能である場合が多い。

【0030】また、カラーチャートの入出力や測色によって得られた既知点対はRGB色空間の空間座標とL・a・b色空間の空間座標との最も正確な対応関係を表しているため、この対応関係を再現する色変換定義が作成されることが望ましい。しかし、上述した第3のプロファイリングでは、近似によって色変換定義が作成されるため、作成された色変換定義は、既知点対が表す正確な対応関係を再現しないおそれが強い。一方、既知点対が表す正確な対応関係をよりよく再現するために、RGB色空間の空間座標とL・a・b色空間の空間座標との対応関係を近似する多項式として高次の項を含む多項式が用いられると、色表現領域の領域境界付近で、色変換定義が表す対応関係に破綻が生じる可能性が大きい。

【0031】更に、プロファイリングは、種々のデバイスに対する汎用性が高いことが望ましいが、上述した第4のプロファイリングは、物理的なモデルが成り立つデバイスにのみ応用可能なプロファイリングであって、種々のデバイスに対する汎用性がほとんどない。

【0032】このように、従来のプロファイリングには、どれも一長一短がある。

【0033】本発明は、上記事情に鑑み、色変換定義作成の前提となる既知点対の自由度が高く、種々のデバイスに対する汎用性も高い色変換定義作成方法であって、さらに、色表現領域の領域境界まで高精度な色変換定義を作成することができる色変換定義作成方法、そのような色変換定義作成方法を実行する色変換定義作成装置、およびコンピュータシステムをそのような色変換定義作成装置として動作させる色変換定義作成プログラムが記憶されている色変換定義作成プログラム記憶媒体を提供することを目的とする。

【0034】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する本発明の色変換定義作成装置は、所定の第1の色空間内で相互に格子状に交差している複数の格子直線が相互に交差した格子点と、所定の第2の色空間内の、格子点に対応する格子点対点との組からなる格子点対の集合からなる、第1の色空間と第2の色空間との間の座標変換を定義する色変換定義を、それぞれが、第1の色空間内の既知点と、その既知点に対応する、第2の色空間内における既知の既知対点との組からなる複数の既知点対に基づいて作成する色変換定義作成方法であって、所定数の格子点それぞれの第1の色空間内における位置を設定し、位置を設定した格子点それぞれに対応する格子対点の第2の色空間内における位置を、第2の色空間内におけるそれらの格子対点の分布が、上記複数の既知点対それぞれを構成する既知対点の分布に近似するように、第1の色空間内で直線状に並んでいる格子点それぞれに対応する格子対点は第2の色空間内で直線状に並んでいるという条件下で算出する近似過程と、上記複数の既知点対のなかから既知点対を選択的に取得し、近似過程で位置が設定された所定数の格子点それぞれに対応する所定数の格子対点のうち、取得した既知点対を構成する既知点に対して最近接な格子点を含む1つ以上の格子点それぞれに対応する1つ以上の格子対点の、第2の色空間における位置を、その取得した既知点対を構成する既知点および既知対点相互間での座標変換が色変換定義によって再現されるように修正する第1修正過程と、第1修正過程で取得された既知点対を構成する既知点が内部に1つだけ存在するように第1の色空間において所定アルゴリズムで求められる修正領域の内部に存在する格子点に対応する格子対点のうち、第1修正過程で位置修正された格子対点を除く他の格子対点の、第2の色空間における位置を、その位置修正された格子対点の修正量に応じた修正量だけ修正する第2修正過程とを経て色変換定義を作成することを特徴とする。

【0035】色変換定義作成の前提となる既知点対の自由度が高く、種々のデバイスに対する汎用性も高い色変

換定義作成方法であって、さらに、高精度な色変換定義を作成することができる色変換定義作成方法としては、既知点对と、その既知点对を基準に算出される格子点对との集合として色変換定義を作成する方法が考えられる。しかし、既知点对の数の3乗あるいは4乗といった多数の格子点对が算出される必要があり、そのような多数の格子点对を記憶することは困難である。また、既知点对の取得と格子点对の算出とを交互に繰り返す場合には、後の方で取得された既知点对は、色空間上の狭い領域内だけで格子点对の算出に貢献する。

【0036】これに対し、本発明の色変換定義作成方法では、近似過程で一旦近似的な色変換定義が作成され、その近似的な色変換定義が第1修正過程と第2修正過程において既知点对に従い修正されるため、既知点对の自由度が高い。そして、近似過程では、所定数の格子点が設定されるので、格子点の数を所望の数に抑えることができるし、この近似過程では、いわゆる一次近似が用いられるので、既知点の分布範囲の外側であっても色変換定義の破綻が回避される。また、第1修正過程では、既知点と既知点对点との対応関係が再現されるように色変換定義されるため、修正後の色変換定義の精度が高い。さらに、第2修正過程で修正が施される修正領域は充分に広く設定することができるため、既知点对が色変換定義に貢献する領域が広い。

【0037】従って、本発明の色変換定義作成方法は、色変換定義作成の前提となる既知点对の自由度が高く、種々のデバイスに対する汎用性も高い。さらに、本発明の色変換定義作成方法によれば、デバイスの色再現領域全体に亘って高精度な色変換定義を作成することができる。

【0038】本発明の色変換定義作成方法は、上記第1の色空間が、画像と画像データとの間を媒介するデバイスの色表現領域が直方体あるいは立方体で表されるものであり、上記格子直線が、第1の色空間における上記色表現領域の稜線に対して平行しているものであることが望ましい。

【0039】このような色表現領域の稜線に対して平行している格子直線は相互に直交するので、実用的な色変換定義が作成される。

【0040】また、本発明の色変換定義作成方法は、上記既知点对が、上記格子点の、近似過程で設定される位置と同じ位置の既知点を含むものであって、上記第1修正過程が、取得した既知点对を構成する既知点の位置と同じ位置の格子点对に対応する格子点对点の第2の色空間における位置を、その選択した既知点对を構成する既知点对点の第2の色空間における位置と同じ位置に修正するものであってもよく、あるいは、上記既知点对が、上記格子点の、近似過程で設定される位置とは異なる位置の既知点を含むものであって、上記第1修正過程が、近似過程で位置が設定された所定数の格子点それぞれに対

応する所定数の格子点对点のうち、取得した既知点对を構成する既知点を第1の色空間内で最も狭く取り囲む所定数の格子点それぞれに対応する格子点对点の、第2の色空間における位置を修正するものであってもよい。

【0041】つまり、本発明の色変換定義作成方法によれば、格子点の位置と同じ位置の既知点を既知点对が含んでいる場合はもちろんのこと、格子点の位置とは異なる位置の既知点を既知点对が含んでいる場合であっても高精度な色変換定義を作成することができる。

10 【0042】さらに、本発明の色変換定義作成方法は、修正領域を、上記複数の既知点对それぞれ用に、それら複数の既知点对それぞれを構成する各既知点が内部に1つつ存在するように算出する修正領域算出過程を経る色変換定義作成方法であって、上記第2修正過程が、修正領域算出過程で算出された修正領域のうち、第1修正過程で取得された既知点对用の修正領域内に存在する格子点对点に対応する格子点对点の第2の色空間における位置を修正するものであってもよく、あるいは、上記第1修正過程が、この第1修正過程が経由される度に上記複数の既知点对のなかから既知点对を選択的に1つ取得して格子点对点の位置を修正するものであり、上記第2修正過程が、第1修正過程で既知点对が1つ取得される度に経由されるものであるとともに、過去に第1修正過程で取得済の既知点对を構成する既知点のうち、直前に経由された第1修正過程で取得された既知点对を構成する既知点だけが内部に存在するように所定アルゴリズムに基づいて修正領域を求め、その修正領域内に存在する格子点对点に対応する格子点对点の第2の色空間における位置を修正するものであってもよい。

30 【0043】修正領域算出過程を経る色変換定義作成方法によれば、各既知点对が色変換定義に影響を及ぼす領域どうしのバランスが取りやすく、第2修正過程で修正領域を求める色変換定義作成方法によれば、修正領域算出過程を経る色変換定義作成方法よりも修正領域を大きくすることができる。

【0044】上記目的を達成する本発明の色変換定義作成装置は、所定の第1の色空間内で相互に格子状に交差している複数の格子直線が相互に交差した格子点と、所定の第2の色空間内の、格子点对点に対応する格子点对点との組からなる格子点对の集合からなる、第1の色空間と第2の色空間との間の座標変換を定義する色変換定義を、それぞれが、第1の色空間内の既知点と、その既知点对点に対応する、第2の色空間内における既知の既知点对点との組からなる複数の既知点对に基づいて作成する色変換定義作成装置であって、所定数の格子点それぞれの第1の色空間内における位置を設定し、位置を設定した格子点それぞれに対応する格子点对点の第2の色空間内における位置を、第2の色空間内におけるそれらの格子点对点の分布が、上記複数の既知点对それぞれを構成する既知点对点の分布に近似するように、第1の色空間内

で直線状に並んでいる格子点それぞれに対応する格子対応点は第2の色空間内で直線状に並んでいるという条件下で算出する近似過程と、上記複数の既知点対のなかから既知点対を選択的に取得し、近似過程で位置が設定された所定数の格子点それぞれに対応する所定数の格子対応点のうち、取得した既知点対を構成する既知点に対して最近接な格子点を含む1つ以上の格子点それぞれに対応する1つ以上の格子対応点の、第2の色空間における位置を、その取得した既知点対を構成する既知点および既知対応点相互間での座標変換が色変換定義によって再現されるように修正する第1修正過程と、第1修正過程で取得された既知点対を構成する既知点が内部に1つだけ存在するように第1の色空間において所定アルゴリズムで求められる修正領域の内部に存在する格子点に対応する格子対応点のうち、第1修正過程で位置修正された格子対応点を除く他の格子対応点の、第2の色空間における位置を、その位置修正された格子対応点の修正量に応じた修正量だけ修正する第2修正過程とを経て色変換定義を作成することを特徴とする。

【0045】上記目的を達成する本発明の色変換定義作成プログラム記憶媒体は、所定の第1の色空間内で相互に格子状に交差している複数の格子直線が相互に交差した格子点と、所定の第2の色空間内の、格子点に対応する格子点対応点との組からなる格子点対の集合からなる、第1の色空間と第2の色空間との間の座標変換を定義する色変換定義を、それぞれが、第1の色空間内の既知点と、その既知点に対応する、第2の色空間内における既知の既知対応点との組からなる複数の既知点対に基づいて作成する色変換定義作成プログラムを記憶している色変換定義作成プログラム記憶媒体であって、所定数の格子点それぞれの第1の色空間内における位置を設定し、位置を設定した格子点それぞれに対応する格子対応点の第2の色空間内における位置を、第2の色空間内におけるそれらの格子対応点の分布が、上記複数の既知点対それぞれを構成する既知対応点の分布に近似するように、第1の色空間内で直線状に並んでいる格子点それぞれに対応する格子対応点は第2の色空間内で直線状に並んでいるという条件下で算出する近似過程と、上記複数の既知点対のなかから既知点対を選択的に取得し、近似過程で位置が設定された所定数の格子点それぞれに対応する所定数の格子対応点のうち、取得した既知点対を構成する既知点に対して最近接な格子点を含む1つ以上の格子点それぞれに対応する1つ以上の格子対応点の、第2の色空間における位置を、その取得した既知点対を構成する既知点および既知対応点相互間での座標変換が色変換定義によって再現されるように修正する第1修正過程と、第1修正過程で取得された既知点対を構成する既知点が内部に1つだけ存在するように第1の色空間において所定アルゴリズムで求められる修正領域の内部に存在する格子点に対応する格子対応点のうち、第1修正過

程で位置修正された格子対応点を除く他の格子対応点の、第2の色空間における位置を、その位置修正された格子対応点の修正量に応じた修正量だけ修正する第2修正過程とを経て色変換定義を作成する色変換定義作成プログラムを記憶してなることを特徴とする。

【0046】なお、本発明にいう色変換定義作成プログラムおよび本発明の色変換定義作成装置については、ここではその基本形態のみを示すのにとどめるが、これは単に重複を避けるためであり、本発明にいう色変換定義作成プログラムおよび本発明の色変換定義作成装置には、上記の基本形態の色変換定義作成プログラムおよび色変換定義作成装置のみではなく、前述した色変換定義作成方法の各形態に対応する各種の形態の色変換定義作成プログラムおよび色変換定義作成装置が含まれる。

【0047】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について説明する。

【0048】図2は、本発明の一実施形態が適用された画像入力-色変換-画像出力システムの全体構成図である。

【0049】ここには、カラースキャナ10が示されており、そのカラースキャナ10では原稿画像11が読み取られてRGB3色の画像データが生成される。このRGBの画像データはパーソナルコンピュータ20に入力される。このパーソナルコンピュータ20では、カラースキャナ10で得られた画像データが、後述するカラープリンタ30に適した画像出力用のRGB3色の画像データに変換される。この画像出力用の画像データは、カラープリンタ30に入力され、そのカラープリンタ30では、入力された画像データに基づくプリント出力が行なわれて、プリント画像31が形成される。

【0050】ここで、このパーソナルコンピュータ20は、本発明にいう色変換定義作成装置の一実施形態を兼ねており、このパーソナルコンピュータ20では、あらかじめ色変換定義が作成され、カラースキャナ10で得られた画像データをカラープリンタ30用の画像データに変換する際は、その作成された色変換定義が参照される。この色変換定義、およびその作成方法については後述する。

【0051】この図2に示すシステムでは、画像を入力して画像データを得る入力デバイスの一例として、原稿画像を読み取って画像データを生成するカラースキャナが示されているが、入力デバイスとしては、カラースキャナのほか、例えばDSC（デジタルスチールカメラ）や、リバーサルフィルムを用いた写真撮影によりそのリバーサルフィルム上に画像を記録しその記録された画像をカラースキャナ等で読み取って画像データを得るシステムや、その他画像を入力して画像データを得るものであればよい。

【0052】また、この図2に示すシステムでは画像デ

ータに基づく画像を出力する出力デバイスの一例としてカラープリンタ30を示したが、このカラープリンタ30は、電子写真方式のカラープリンタであってもよく、インクジェット方式のカラープリンタであってもよく、変調されたレーザ光で印画紙を露光してその印画紙を現像する方式のプリンタであってもよく、そのプリント方式の如何を問うものではない。また、出力デバイスとしては、プリンタに限定されるものではなく、印刷機であってもよく、あるいは表示画面上に画像を表示するCRTディスプレイ装置、プラズマディスプレイ装置等の画像表示装置であってもよい。

【0053】ただし、ここでは、入力デバイス、出力デバイスの各一例としてカラースキャナ10、カラープリンタ30を備えたシステムを前提として説明する。

【0054】ここで、この図2に示すシステムにおける、本発明の一実施形態としての特徴は、パーソナルコンピュータ20の内部で実行される処理内容にあり、以下、このパーソナルコンピュータ20について説明する。

【0055】図3は、図2に1つのブロックで示すパーソナルコンピュータ20の外観斜視図、図4は、そのパーソナルコンピュータ20のハードウェア構成図である。

【0056】このパーソナルコンピュータ20は、外観構成上、本体装置21、その本体装置21からの指示に応じて表示画面22a上に画像を表示する画像表示装置22、本体装置21に、キー操作に応じた各種の情報を入力するキーボード23、および、表示画面22a上の任意の位置を指定することにより、その位置に表示された、例えばアイコン等に応じた指示を入力するマウス24を備えている。この本体装置21は、外観上、フロッピーディスクを装填するためのフロッピーディスク装填口21a、およびCD-ROMを装填するためのCD-ROM装填口21bを有する。

【0057】本体装置21の内部には、図4に示すように、各種プログラムを実行するCPU211、ハードディスク装置213に格納されたプログラムが読み出されCPU211での実行のために展開される主メモリ212、各種プログラムやデータ等が保存されたハードディスク装置213、フロッピーディスク100が装填されその装填されたフロッピーディスク100をアクセスするFDドライブ214、CD-ROM110が装填され、その装填されたCD-ROM110をアクセスするCD-ROMドライブ215、カラースキャナ10(図2参照)と接続され、カラースキャナ10から画像データを受け取る入力インタフェース216、カラープリンタ30(図2参照)と接続され、カラープリンタ30に画像データを送る出力インタフェース217が内蔵されており、これらの各種要素と、さらに図2にも示す画像表示装置22、キーボード23、マウス24は、バス2

5を介して相互に接続されている。

【0058】ここで、CD-ROM110には、このパーソナルコンピュータ20を色変換定義作成装置として動作させるための色変換定義作成プログラムが記憶されており、そのCD-ROM110はCD-ROMドライブ215に装填され、そのCD-ROM110に記憶された色変換定義作成プログラムがこのパーソナルコンピュータ20にアップロードされてハードディスク装置213に記憶される。この色変換定義作成プログラムが記憶されているCD-ROM110は、本発明の色変換定義作成プログラム記憶媒体の一実施形態であり、この色変換定義作成プログラムがアップロードされて記憶されたハードディスク装置213も、色変換定義作成プログラム記憶媒体の一実施形態である。

【0059】次に、パーソナルコンピュータ20にアップロードにされた色変換定義作成プログラムによる色変換定義の作成方法について説明する。

【0060】ここでは、カラースキャナ10やカラープリンタ30といった各デバイスに依存した色空間(ここではRGB色空間)と共通色空間(ここでは $L^*a^*b^*$ 色空間)との間での色変換を定義する色変換定義がデバイス毎に作成されるものとする。また、RGB色空間は、本発明にいう第1の色空間の一例であり、 $L^*a^*b^*$ 色空間は、本発明にいう第2の色空間の一例である。

【0061】図5は、パーソナルコンピュータ20内で実行される色変換定義作成プログラムによる色変換定義作成方法の一例を示したフローチャートである。

【0062】ここでは、近似過程(ステップS101)、第1修正過程(ステップS103)、および第2修正過程(ステップS104)を経て色変換定義が作成される。また、ここでは、バランスのとれた修正領域を予め用意しておくために、近似過程(ステップS101)の後に修正領域算出過程(ステップS102)が置かれている。

【0063】第1修正過程(ステップS103)および第2修正過程(ステップS104)は、既知点対1組毎に1回繰り返される過程であり、カラーチャートなどに基づいて用意された、上記表2に示すような複数の既知点対が全て取得されるまで繰り返される(ステップS105)。また、色変換定義は、上記表1に示すような、格子点対の集合として作成されるが、近似過程(ステップS101)で近似的な色変換定義に相当する格子点対の集合が作成され、その後第1修正過程や第2修正過程を経るたびに、色変換定義を構成している格子点対が修正されていき、最終的に、高精度な色変換定義を構成する格子点対の集合が作成される。

【0064】以下、これらの各過程について順次説明する。但し、以下の説明では、上述したように、色空間内の点の位置と点自体とを特に区別せずに「点を求める」等と表現する場合がある。

【0065】図6は、近似過程の説明図であり、図6 (A) には、RGB色空間が便宜上2次的に示されており、図6 (B) には、 $L^*a^*b^*$ 色空間が同様に2次的に示されている。

【0066】先ず図5のステップS101における近似過程では、RGB色空間内の立方体40で表される色表現領域内の格子点41が、パーソナルコンピュータの記憶容量が許す範囲内で充分たくさん設定され、それらの格子点41それぞれに対応する、 $L^*a^*b^*$ 色空間内の格子対応点42が、上記第3のプロファイリングで説明した方法によって、上述した表2に示すような複数の既知点対に基づいて算出される。このような格子点41と格子対応点42からなる格子点対の集合は、近似的な色変換定義を構成している。但し、この近似過程では、必ず1次の多項式が用いられ、RGB色空間内の格子直線43に対応する $L^*a^*b^*$ 色空間内の格子対応線44は直線となる。これによって、 $L^*a^*b^*$ 色空間内での色表現領域は八面体45で近似されることとなり、色表現領域の周面付近における色変換定義の破綻が回避される。

【0067】図7は、修正領域算出過程の説明図である。

【0068】この図7には、図6 (A) 同様に、RGB色空間が2次的に示されており、上述した表2に示すような複数の既知点対それぞれを構成する既知点46の一例も示されている。

【0069】図5のステップS102における修正領域算出過程では、各既知点46毎に（即ち各既知点対毎に）以下説明するような修正領域47が算出される。

【0070】ここで算出される修正領域47は本発明にいう修正領域の一例であって、各既知点46を中心とする球形の領域であり、その球形の領域の半径が、他の既知点を含まない限りにおいてなるべく大きくなるように算出される。従って、修正領域47どうしが重なり合う場合はあるが、1つの修正領域47内には必ず1つだけ既知点46が存在し、各修正領域47のバランスがよい。

【0071】図8は、第1修正過程の説明図であり、図6同様に、図8 (A) にはRGB色空間、図8 (B) には $L^*a^*b^*$ 色空間が2次的に示されている。

【0072】図5のステップS103における第1修正過程では、図7に例示する複数の既知点46それぞれを含む複数の既知点対のなかから1つの既知点対が選択的に取得される。図8 (A) には、取得された既知点対を構成する既知点46が示されており、近似過程で設定された格子点41も示されている。ここでは、既知点46が1つの格子点の位置と同じ位置に存在し、つまり、既知点46が格子点と重なり合っている。また、図8

(B) には、取得された既知点対を構成する既知対応点48が示されており、既知点46の位置と同じ位置の格

子点に対応する格子対応点42も示されている。

【0073】既知点対が取得されると、その既知点対を構成している既知点46と重なり合っている格子点に対応する格子対応点42の位置が、その既知点対を構成している既知対応点48の位置と同じ位置に修正される。その結果、RGB色空間内の格子直線43に対応する格子対応線44は折れ線に修正される。

【0074】既知点46と既知対応点48との対応関係は、測色などによって得られた対応関係であるので、これらの点は、RGB色空間の座標と $L^*a^*b^*$ 色空間の座標との正確な対応関係を表している。そして、この既知対応点48の位置と同じ位置に格子対応点42の位置が修正されることにより、色変換定義は、既知点46と既知対応点48との間での座標変換を再現することとなり、既知点46や既知対応点48の周辺で正確な対応関係が再現されることとなる。

【0075】ここで、既知点46の位置が、いずれの格子点41とも重ならない場合における格子対応点42の修正方法について説明する。

【0076】図9は、既知点の位置が、いずれの格子点とも重ならない場合における格子対応点の修正方法の説明図である。

【0077】図9 (A) には、既知点46と、その既知点46を取り囲んでいる格子点41が2次的に示されている。格子点41は実際には立方体49の頂点に位置しているので8つ存在するが、ここでは図示の関係上4つの格子点41が示されている。また、図9 (B) には、それらの既知点46および格子点41それぞれに対応する既知対応点48および格子対応点42が2次的に示されている。さらに、この図9 (B) には、既知対応点48の位置に応じて以下説明するように修正された後の格子対応点42aと、各格子対応点42の位置修正量 d_i も例示されている。

【0078】ここでは、格子対応点42を修正するに当たって、先ず、格子点41で取り囲まれた立方体49に対する既知点46の相対的な位置と、修正前の各格子対応点42の座標に基づいて、以下の式で表されるいわゆる体積補間演算が行われ、既知点46に対して計算上対応する計算対応点50が算出される。

【0079】

$$L = L_1 V_1 + L_2 V_2 + \dots + L_8 V_8$$

$$a = a_1 V_1 + a_2 V_2 + \dots + a_8 V_8$$

$$b = b_1 V_1 + b_2 V_2 + \dots + b_8 V_8$$

$$\text{但し、} V_1 + V_2 + \dots + V_8 = 1$$

ここで、 L 、 a 、 b は、計算対応点50の座標であり、 L_i 、 a_i 、 b_i ($i=1, \dots, 8$) は、修正前の各格子対応点42の座標である。また、 V_i ($i=1, \dots, 8$) は、体積補間演算の係数であって、既知点46を基準として立方体49が8分割された分割領域51のうち、格子対応点42に対応する格子点41に対して既知

点46を挟んで対向している分割領域51の体積に相当する。但し、これらの値は立方体49の体積を1として規格化された値である。

【0080】次に、既知対応点48と計算対応点50との差分Dが求められ、その差分Dに基づいて、例えば以下に示す式により各格子点の位置修正量 d_i ($i=1, \dots, 8$)が算出される。以下に示す式は、修正後の各格子対応点42aの座標に基づいた体積補間演算の結果と、既知対応点48とを互いに一致させる式の一例である。

【0081】 $D = d_1 V_1 + d_2 V_2 + \dots + d_8 V_8$

但し、 $d_i = d V_i$, ($i=1, \dots, 8$)

ここで、 d は比例係数である。体積補間演算の係数 V_i

($i=1, \dots, 8$)と差分Dは既知であるので、比例係数 d および各位置修正量 d_i ($i=1, \dots, 8$)を算出することができる。

【0082】このように算出された各位置修正量 d_i ($i=1, \dots, 8$)だけ各格子対応点42の位置が修正されることにより、色変換定義は、既知点46と既知対応点48との間の座標変換を再現することとなる。つまり、既知点46が格子点41と重なり合わない場合であっても、色変換定義によって、既知点46と既知対応点48との間の座標変換が再現されるように格子対応点42の位置を修正することができる。

【0083】以下の説明では、既知点46が格子点41と重なり合う場合のみについて説明する。

【0084】図10は、第2修正過程の説明図であり、図6同様に、図10(A)にはRGB色空間、図10(B)には $L^*a^*b^*$ 色空間が2次元的に示されている。

【0085】図10(A)には、図8(A)および図8(B)を参照して説明した第1修正過程で取得された既知点对を構成する既知点46が示されており、その既知点对について、上述した修正領域算出過程で算出された修正領域47も示されている。

【0086】第2修正過程では、近似過程で設定された格子点41のうち、修正領域47内に存在する格子点41bに対応する格子対応点42bの位置が修正される。但し、既知点46と重なり合う格子点に対応する格子対応点42aについては、第1修正過程で既に位置修正済みであるので、この第2修正過程では位置修正の対象外である。

【0087】各格子対応点42bの位置の修正量は、第1修正過程で位置修正済みの格子対応点42aの修正量以下の修正量であって、修正領域47の中心に近いほど大きく、中心から離れるほど小さい。このような修正量だけ位置が修正されることにより、各格子対応点42bの位置が、図10(B)に黒点42cで示す位置に修正される。このように修正されることにより、第1修正過程での位置修正が、修正領域47全体に反映されて、色

変換定義の精度が向上する。

【0088】上述した第1修正過程と第2修正過程が、複数の既知点对がすべて取得されるまで繰り返される(図5のステップS105参照)ことによって、格子対応線44の形が次々と修正され、最終的に、図1に示す曲線4に相当する折れ線が得られて、高精度な色変換定義が作成されることとなる。

【0089】なお、本発明の色変換定義作成方法は、複数の既知点对全てについて第1修正過程における取得と修正が行われた後で、第2修正過程における修正が行われるものであってもよい。

【0090】次に、本発明の色変換定義作成方法の、図5に示すフローチャートが示す一例とは異なる他の例について説明する。

【0091】図11は、本発明の色変換定義作成方法の他の例を示すフローチャートである。

【0092】この図11に示す例では、図5に示す例と同様に、近似過程(ステップS201)、第1修正過程(ステップS202)、および第2修正過程(ステップS203)を経て色変換定義が作成され、図5に示す例とは異なり、修正領域算出過程は置かれていない。

【0093】また、図5に示す例と同様に、第1修正過程(ステップS202)および第2修正過程(ステップS203)は、複数の既知点对が全て取得されるまで繰り返される(ステップS204)。

【0094】さらに、この図11に示す近似過程(ステップS201)および第1修正過程(ステップS202)において実行される内容は、図5に示す近似過程(ステップS101)および第1修正過程(ステップS103)において実行される内容と全く同様であるので重複説明を省略する。

【0095】この図11に示す第2修正過程(ステップS203)では、先ず修正領域が後述するように算出され、算出された修正領域内の格子点に対応する格子対応点の位置が、図5に示す第2修正過程(ステップS104)と同様に修正される。

【0096】以下、図11に示す第2修正過程(ステップS203)における修正領域の算出方法について説明する。

【0097】図12は、第2修正過程における修正領域の算出方法の説明図である。

【0098】この図12には、第1修正過程が複数回繰り返されて取得された複数の既知点对それぞれを構成する複数の既知点46a、46bが示されている。修正領域47は、直前に実行された第1修正過程で取得された既知点对を構成する既知点46aを中心とする球形の領域として算出され、修正領域47の半径は、中心の既知点46aを除く他の既知点46bを含まない限りにおいてなるべく大きくなるように算出される。このように算出された修正領域47は、図7を参照して説明した修正

領域算出過程で算出される修正領域よりも広いため、中心の既知点46aを含む既知点对に従って第1修正過程で行われた位置修正が、より広く反映されることとなり、高精度な色変換定義が作成される。

【0099】なお、この第2修正過程において算出された修正領域47に基づいて格子対応点が位置修正された後、第1修正過程が繰り返されて、修正領域47内に存在する既知点46cを含む既知点对が取得された場合には、第1修正過程および第2修正過程において、その既知点46cを含む既知点对に従った再修正が格子対応点に施されることとなる。但し、再修正が施される場合であっても、修正領域47が上述したように算出されるので、第1修正過程で既に位置修正済の格子対応点に対する再修正は回避される。

【0100】なお、上記説明した色変換定義作成方法の各例では、球形の修正領域が採用されているが、本発明にいう修正領域の形状は球形に限られるものではなく、楕円であってもよく、あるいは、立方体や直方体であってもよい。また、修正領域内に存在する既知点は、必ずしも修正領域の中心に存在している必要はなく、修正領域内の偏った位置に存在していてもよい。

【0101】また、上記各例では、他の既知点を含まないという限りにおいて修正領域がなるべく大きくなるように算出するが、本発明の色変換定義作成方法では、修正領域の大きさについて一定の上限値を決めてもよい。

【0102】次に、本発明の色変換定義作成プログラム記憶媒体の一実施形態について説明する。

【0103】図13は、本発明の色変換定義作成プログラム記憶媒体の一実施形態を示す図である。

【0104】上記では、図4を参照して、色変換定義作成プログラムが記憶されているCD-ROM110およびハードディスク装置213それぞれが色変換定義作成プログラム記憶媒体の一実施形態であることを説明したが、この図13には、図2、3、4に示すパーソナルコンピュータ20を、本発明の色変換定義作成装置として動作させる色変換定義作成プログラム111が記憶されたCD-ROM110が、色変換定義作成プログラム記憶媒体の一実施形態として例示されている。

【0105】このCD-ROM110に、本発明にいう色変換定義作成プログラムの一例として記憶された色変換定義作成プログラム111は、図5を参照して説明した色変換定義作成方法で色変換定義を作成するものであり、図5に示す近似過程、修正領域算出過程、第1修正過程、および第2修正過程それぞれを実行する部分112、113、114、115で構成されている。

【0106】次に、図14～図18を参照して、本発明の色変換定義作成方法が適用される場面のバリエーションについて説明する。

【0107】図14は、デバイスとしてカラープリンタが用いられる場面を示す図である。

【0108】この図14には、カラープリンタ301が示されており、このカラープリンタ301は、RGBデータ形式の画像データの入力を受けて画像を出力する出力デバイスである。

【0109】色変換定義が作成される際には、このカラープリンタ301に、カラーチャート302の画像を表すRGBチャートデータ303が入力されて、そのカラーチャート302が出力される。このRGBチャートデータ303には、カラーチャート302を構成している各カラーパッチ302aの色を表す、RGB色空間の座標値が含まれており、これらの座標値が、上述した既知点に相当する。

【0110】また、カラープリンタ301から出力されたカラーチャート302の各カラーパッチ302aが測色器304によって測色されてチャート測色データ305が得られる。このチャート測色データ305には、各カラーパッチ302a毎の測色値($L^*a^*b^*$ 値やXYZ値)が含まれており、これらの測色値は、 $L^*a^*b^*$ 色空間やXYZ色空間における座標値であって、上述した既知対応点に相当する。

【0111】そして、RGBチャートデータ303に含まれている各座標値と、チャート測色データ305に含まれている各測色値が、カラーチャート302の各カラーパッチ302aを介して互いに対応付けられることにより、上述した既知点对の集合が得られる。

【0112】このようにして得られた既知点对の集合に基づいて、 $L^*a^*b^*$ 色空間やXYZ色空間の座標値と、RGB色空間の座標値との対応関係を定義する色変換定義が、上記説明したような色変換定義作成方法(プロファイリング)によって作成される。

【0113】なお、上記カラーパッチ302aに相当する画像部分が特定可能な画像である限りにおいて、カラーチャート302に代えて一般的な画像が用いられてもよい。そのような一般的な画像が用いられた場合には、RGBチャートデータ303に含まれている各座標値と、チャート測色データ305に含まれている各測色値は、各画像部分を介して互いに対応付けられることとなる。以下の説明では、カラーチャート302が用いられる場合についてのみ説明し、一般的な画像が用いられる場合については説明を省略する。

【0114】図15は、デバイスとしてカラーレスキャナが用いられる場面を示す図である。

【0115】この図15には、カラーレスキャナ306が示されており、このカラーレスキャナ306は、原稿画像を読み取ってRGBデータ形式の画像データを生成する入力デバイスである。

【0116】色変換定義が作成される際には、このカラーレスキャナ306によってカラーチャート302の画像が読み取られて、スキャンデータ307が生成される。このスキャンデータ307には、カラーチャート302

を構成している各カラーパッチ302aの色を表す、RGB色空間の座標値が含まれており、これらの座標値が、上述した既知点に相当する。

【0117】また、図14を参照した説明と同様に、カラーチャート302の各カラーパッチ302aが測色器304によって測色されてチャート測色データ305が得られる。

【0118】そして、スキャンデータ307に含まれている座標値と、チャート測色データ305に含まれている各測色値が、上記同様に互いに対応付けられることにより、上述した既知点对の集合が得られる。

【0119】このようにして得られた既知点对の集合に基づいて、 $L^*a^*b^*$ 色空間やXYZ色空間の座標値と、RGB色空間の座標値との対応関係を定義する色変換定義が作成される。

【0120】図16は、デバイスとしてカラーキャナが用いられる他の場面を示す図である。

【0121】この図16に示す場面では、図15に示す場面と同様に、カラーキャナ306によってカラーチャート302の画像が読み取られて、スキャンデータ307が生成される。

【0122】また、カラーチャート302の各カラーパッチ302aの色素濃度が濃度計308によって計測されてチャート濃度データ309が得られる。このチャート濃度データ309には、各カラーパッチ302a毎の色素濃度値が含まれており、これらの色素濃度値は、 $cm\dot{y}$ 色空間における座標値であって、上述した既知対応点に相当する。

【0123】そして、スキャンデータ307に含まれている座標値と、チャート濃度データ309に含まれている色素濃度値が、上記同様に互いに対応付けられることにより、上述した既知点对の集合が得られる。

【0124】このようにして得られた既知点对の集合に基づいて、 $cm\dot{y}$ 色空間の座標値とRGB色空間の座標値との対応関係を定義する色変換定義が作成される。

【0125】図17は、デバイスとしてデジタルスチールカメラが用いられる場面を示す図である。

【0126】この図17には、デジタルスチールカメラ310が示されており、このデジタルスチールカメラ310は、風景などを撮影して、RGBデータ形式の画像データを生成する入力デバイスである。

【0127】色変換定義が作成される際には、このデジタルスチールカメラ310によってカラーチャート302が撮影されて、撮影データ311が生成される。この撮影データ311にも、カラーチャート302を構成している各カラーパッチ302aの色を表す、RGB色空間の座標値が含まれており、上記同様に、これらの座標値が、上述した既知点に相当する。

【0128】また、図14を参照した説明と同様に、カラーチャート302の各カラーパッチ302aが測色さ

れてチャート測色データ305が得られる。

【0129】そして、撮影データ311に含まれている座標値と、チャート測色データ305に含まれている各測色値が、上記同様に互いに対応付けられることにより、上述した既知点对の集合が得られ、 $L^*a^*b^*$ 色空間やXYZ色空間の座標値と、RGB色空間の座標値との対応関係を定義する色変換定義が作成される。

【0130】図18は、アナログカメラが用いられる場面を示す図である。

【0131】この図18には、アナログカメラ312が示されており、色変換定義が作成される際には、このアナログカメラ312によってカラーチャート302が撮影されて撮影フィルム313が得られる。そして、その撮影フィルム313に写っている画像がカラーキャナ306によって読み取られてスキャンデータ307が生成される。あるいは、撮影フィルム313の色素濃度が濃度計308によって計測されてチャート濃度データ309が得られる。つまり、ここでは、アナログカメラ312とカラーキャナ306との組み合わせや、アナログカメラ312と濃度計308との組み合わせによって入力デバイスが構成されていることとなる。スキャンデータ307に含まれているRGB色空間座標値やチャート濃度データ309に含まれている色素濃度値は、いずれも、上述した既知点に相当する。

【0132】また、図14を参照した説明と同様に、カラーチャート302の各カラーパッチ302aが測色されてチャート測色データ305が得られる。このチャート測色データ305に含まれている測色値は、上述した既知対応点に相当する。

【0133】そして、スキャンデータ307に含まれているRGB色空間座標値やチャート濃度データ309に含まれている色素濃度値と、チャート測色データ305に含まれている測色値が、カラーチャート302の各カラーパッチ302aを介して互いに対応付けられることにより、上述した既知点对の集合が得られる。

【0134】このようにして得られた既知点对の集合に基づいて、 $cm\dot{y}$ 色空間の座標値と、 $L^*a^*b^*$ 色空間やXYZ色空間の座標値との対応関係を定義する色変換定義が作成され、あるいは、RGB色空間の座標値と、 $L^*a^*b^*$ 色空間やXYZ色空間の座標値との対応関係を定義する色変換定義が作成される。

【0135】この図18に示す場面で作成された色変換定義は、例えば、人物がアナログカメラ312で撮影され、撮影フィルム313がカラーキャナ306によって読み取られて得られた画像データ、あるいは、その撮影フィルム313が濃度計308で計測されて得られた濃度データに基づいて、その人物の肌の色の測色値を得る場合などに使用される。

【0136】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、

色変換定義作成の前提となる既知点对の自由度が高く、種々のデバイスに対する汎用性も高い色変換定義作成方法によって、色表現領域の領域境界まで高精度な色変換定義を作成することができる。そのため、色変換定義の作成に当たって、IT8チャートやマクベスチャートといったような、パッチのルールが予め決められている既存のチャートや、重要な色のパッチを重点的に配したチャートなどを利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】色変換定義に従う色変換を説明する概念図である。

【図2】本発明の一実施形態が適用された画像入力-色変換-画像出力システムの全体構成図である。

【図3】パーソナルコンピュータの外観斜視図である。

【図4】パーソナルコンピュータのハードウェア構成図である。

【図5】パーソナルコンピュータ内で実行される色変換定義作成プログラムによる色変換定義作成方法を示したフローチャートである。

【図6】近似過程の説明図である。

【図7】修正領域算出過程の説明図である。

【図8】第1修正過程の説明図である。

【図9】既知点の位置が、いずれの格子点とも重ならない場合における格子対応点の修正方法の説明図である。

【図10】第2修正過程の説明図である。

【図11】本発明の色変換定義作成方法の他の例を示すフローチャートである。

【図12】第2修正過程における修正領域の算出方法の説明図である。

【図13】本発明の色変換定義作成プログラム記憶媒体の一実施形態を示す図である。

【図14】デバイスとしてカラープリンタが用いられる場面を示す図である。

【図15】デバイスとしてカラーキャナが用いられる場面を示す図である。

【図16】デバイスとしてカラーキャナが用いられる他の場面を示す図である。

【図17】デバイスとしてデジタルスチールカメラが用いられる場面を示す図である。

【図18】アナログカメラが用いられる場面を示す図である。

【符号の説明】

10 カラーキャナ

11 原稿画像

20 パーソナルコンピュータ

21 本体装置

21a フロッピーディスク装填口

21b CD-ROM装填口

22 画像表示装置

22a 表示画面

23 キーボード

24 マウス

30 カラープリンタ

31 プリント画像

40 立方体

41, 41b 格子点

42, 42a, 42b 格子対応点

43 格子直線

44 格子対応線

45 八面体

46, 46a, 46b, 46c 既知点

47 修正領域

48 既知対応点

49 立方体

50 計算対応点

51 分割領域

100 フロッピーディスク

110 CD-ROM

111 色変換定義作成プログラム

211 CPU

212 主メモリ

213 ハードディスク装置

214 FDドライブ

215 CD-ROMドライブ

301 カラープリンタ

302 カラーチャート

302a カラーパッチ

303 RGBチャートデータ

304 測色器

305 チャート測色データ

306 カラーキャナ

307 スキャンデータ

308 濃度計

309 チャート濃度データ

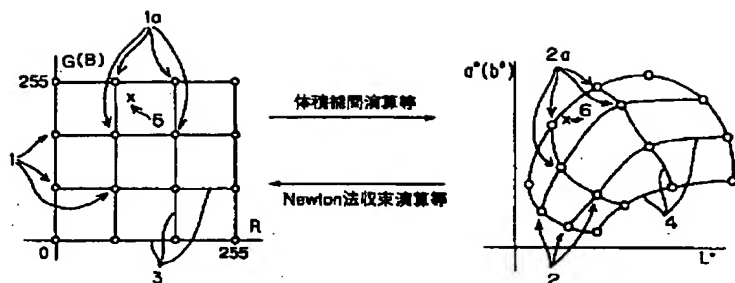
310 デジタルスチールカメラ

311 撮影データ

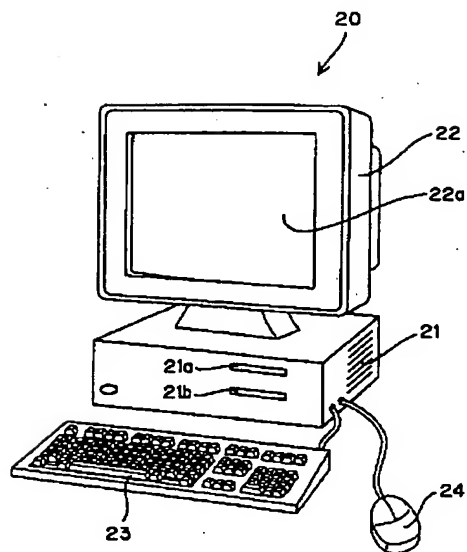
312 アナログカメラ

313 撮影フィルム

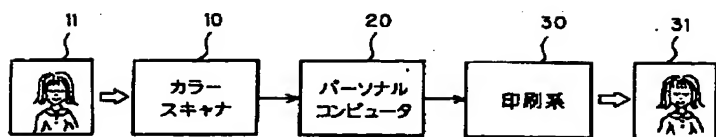
【図1】



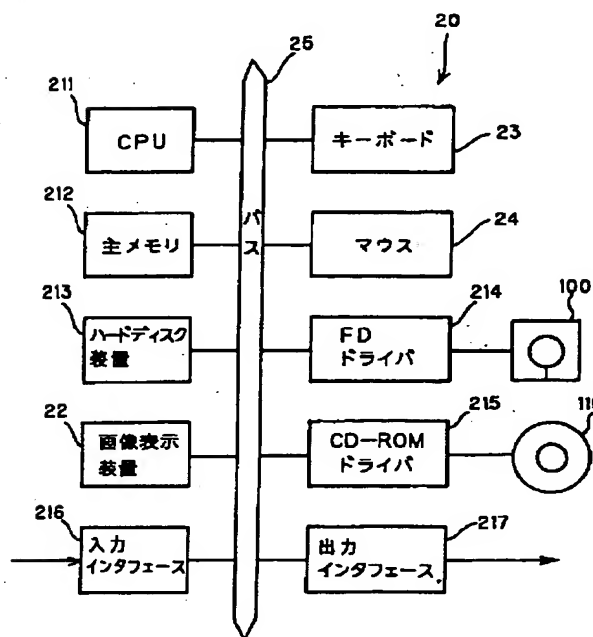
【図3】



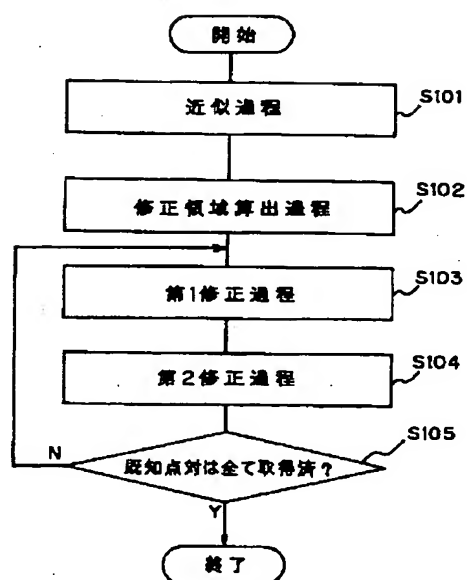
【図2】



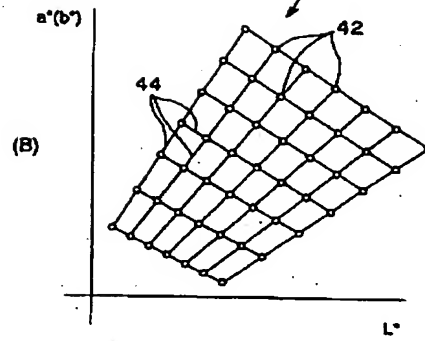
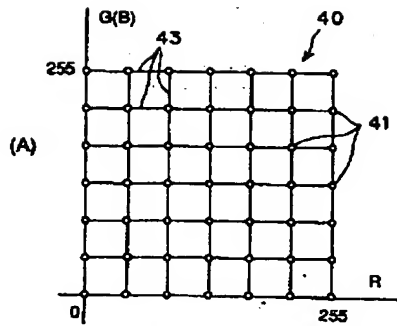
【図4】



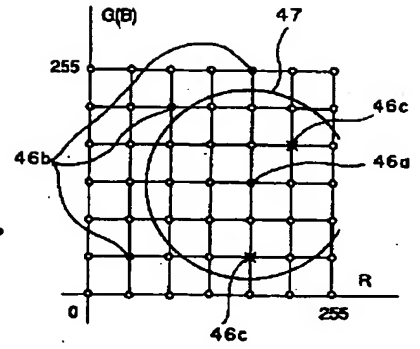
【図5】



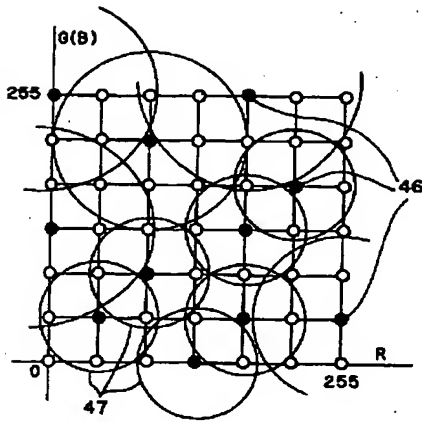
【図6】



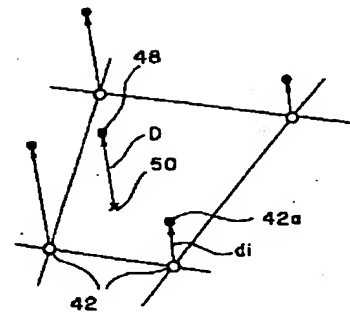
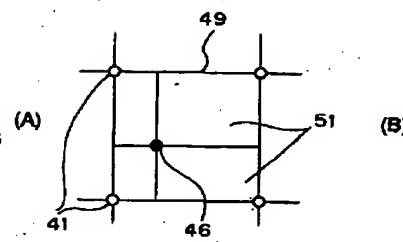
【図12】



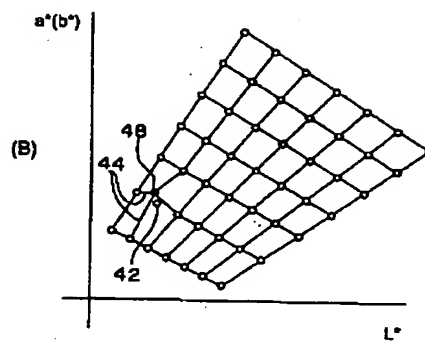
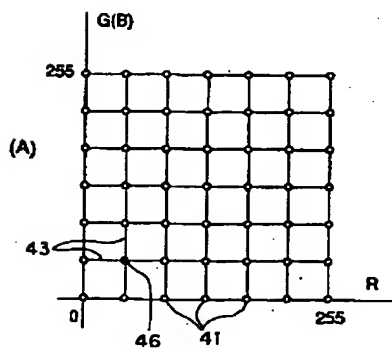
【図7】



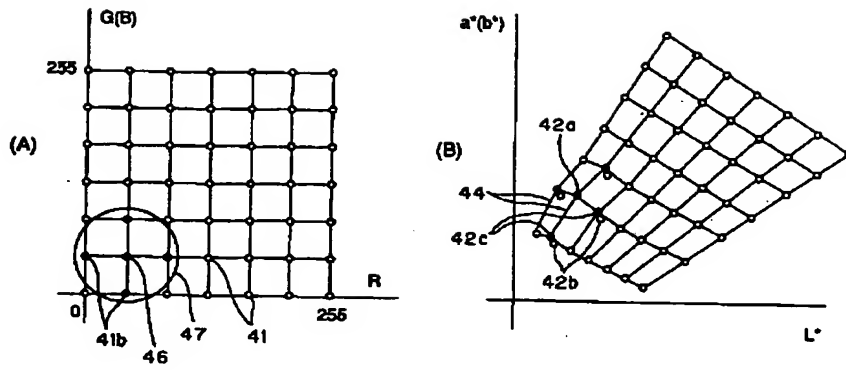
【図9】



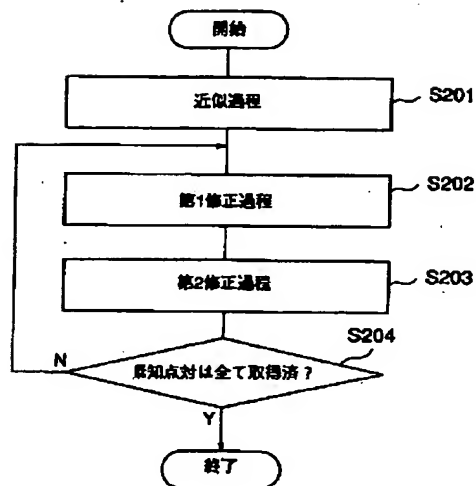
【図8】



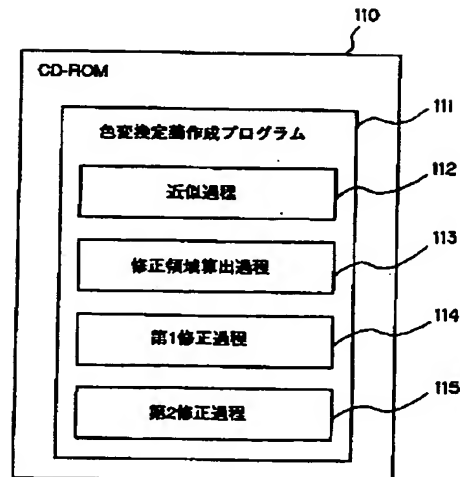
【図10】



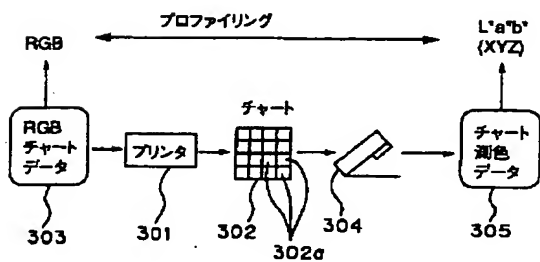
【図11】



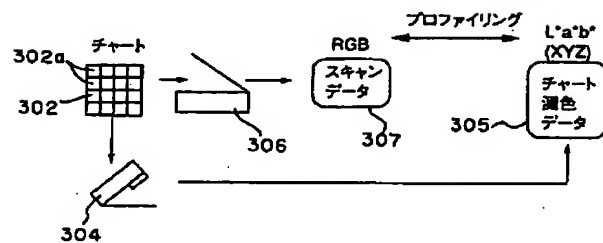
【図13】



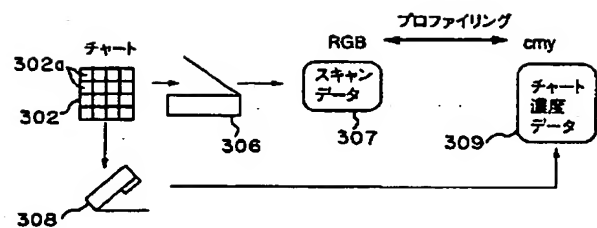
【図14】



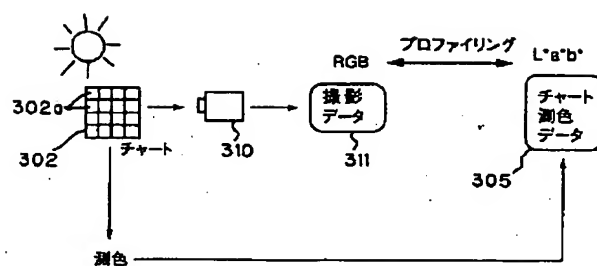
【図15】



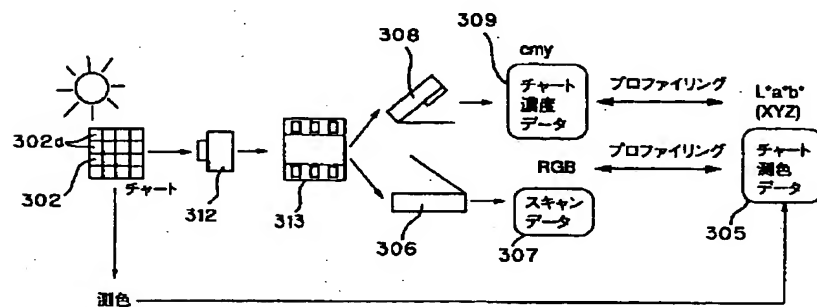
【図16】



【図17】



【図18】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5B057 BA02 CA01 CA08 CA12 CA16
 CE17 CE18
 5C066 AA01 AA03 AA05 AA11 BA20
 CA17 DD01 GA01 KE09 KE17
 KF05
 5C077 LL19 MM27 MP08 PP09 PP32
 PP33 PP36 PP37 SS01 TT02
 TT09
 5C079 HA16 HB01 HB02 HB08 HB12
 LA02 LB02 NA03 NA15 NA29
 PA03 PA08